

трансформации магнитных вихрей (переключение полярности вихревого кора) для различных значений токов и внешнего магнитного поля, перпендикулярного плоскости слоев. Проведено исследование динамики двух связанных магнитных вихрей под действием внешнего, перпендикулярного плоскости образца, магнитного поля и поляризованного электрического тока. Найдено наличие критических значений тока, разделяющих разные режимы движения вихрей. Показана возможность управления величиной частоты стационарного движения вихрей и критических токов с помощью внешнего магнитного поля. С помощью микромагнитного моделирования найдена зависимость от тока величины магнитного поля, отдельно переключающего полярность кора вихря в тонком и толстом слоях. Проведено сравнение известных экспериментальных [2] и численных результатов.

Работа поддержана грантом РФФИ, проект 16-32-00381.

Список публикаций:

[1] Звездин А.К., Звездин К.А., Хвальковский А.В., УФН, 178, 4 (2008).

[2] N. Locatelli et al, Appl. Phys. Lett. 98, 062501 (2013).

Гистерезисные свойства композитных соединений $(x)\text{MFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$

Сулопарова Анна Евгеньевна¹

М.А. Сёмкин¹, А.П. Носов², Т.С. Карпова³, А.Н. Пирогов^{1,2}

¹Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета,

²Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН,

³Институт химии твёрдого тела Уральского отделения РАН

susloparovanna@mail.ru

Структура соединений CoFe_2O_4 (NiFe_2O_4) представляет полностью обращенную шпинель, ионы Co^{2+} (Ni^{2+}) занимают половину окта позиций $16d$, железо Fe^{3+} заселяет оставшуюся половину $16d$ позиции и полностью тетра $8a$. В сегнетоэлектрике BaTiO_3 ионы бария занимают позиции $1a$, ион титана – $1b$, а ионы кислорода – в позициях $1b$ и $2c$. Композитные материалы, полученные на основе ферритмагнитной шпинели и сегнетоэлектрика, обладают магнитоэлектрическими свойствами [1]. Сущность магнитоэлектрического эффекта заключается в том, что статическое электрическое поле порождает намагниченность, а статическое магнитное поле – электрическую поляризацию (обратный магнитоэлектрический эффект). Изучение физических свойств (магнитных, диэлектрических), в отдельности на композитных соединениях, необходимо для понимания механизмов взаимодействия компонент и природы возникновения магнитоэлектричества.

Нами проведены магнитные измерения полевых зависимостей композитных соединений $(x)\text{MFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$, где $\text{M} = (\text{Ni}, \text{Co})$, $x = 0.2, 0.3$ и 0.4 с целью определить поведение их гистерезисных свойств в зависимости от содержания (x) компонент. Порошки соединений были получены цитратным методом Печини, затем составы спрессовывались в таблетки диаметром около 12 мм и толщиной ~ 1.0 мм. Термообработку образцов проводили при 1150 °С в течение четырех часов. Полевые зависимости намагниченности снимались при комнатной температуре, магнитное поле (± 10 кЭ) было направлено перпендикулярно плоскости образцов. Полученные параметры петель гистерезиса (H_c – коэрцитивная сила, M_r – остаточная намагниченность и M_s – намагниченность насыщения) содержатся в таблице:

Соединение	H_c , Э	M_r , Гс·см ³ /г	M_s , Гс·см ³ /г
$0.2\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.8\text{BaTiO}_3$	529	3.7	11.6
$0.3\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.7\text{BaTiO}_3$	536	5.3	17.5
$0.4\text{CoFe}_2\text{O}_4 + 0.6\text{BaTiO}_3$	451	5.8	22.0
$0.2\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.8\text{BaTiO}_3$	164	2.8	9.8
$0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.7\text{BaTiO}_3$	145	3.2	15.0
$0.4\text{NiFe}_2\text{O}_4 + 0.6\text{BaTiO}_3$	151	3.8	17.1

Установлено, что с ростом содержания шпинельных составляющих $(x)\text{CoFe}_2\text{O}_4$ или $(x)\text{NiFe}_2\text{O}_4$ с $x = 0.2$ до концентрации $x = 0.4$ наблюдается прирост остаточной намагниченности в 1.6 (1.4) раза, и возрастает намагниченность насыщения в 1.9 (1.7) раза. Поведение коэрцитивной силы практически не зависит от концентрации шпинели. Полученные результаты для $(x)\text{CoFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$ хорошо согласуются с данными работы [2], гистерезисные характеристики $(x)\text{NiFe}_2\text{O}_4 + (1-x)\text{BaTiO}_3$ с данными [3].

Список публикаций:

1. А.К. Звездин, А.П. Пятаков. УФН 182, 593 (2012).

2. L. Zhang, J. Zhai and et. al. Ferroelectrics 406, 213 (2010).

3. B. Sarkar, B. Dalal and et. al. J. App. Phys. 115, 123908 (2014).